

Breaking pressure regulator

Patent number: US6048038

Publication date: 2000-04-11

Inventor: ZAVISKA DALIBOR (DE); VOLZ PETER (DE)

Applicant: ITT MANUFACTURING ENTERPRISES (US)

Classification:

- international: **B60T8/24; B60T8/32; B60T8/36; B60T8/40; B60T8/42; B60T8/44; B60T8/48; B60T8/50; B60T13/68; B60T8/24; B60T8/32; B60T8/34; B60T8/36; B60T8/40; B60T8/42; B60T8/44; B60T8/48; B60T13/68; (IPC1-7): B60T8/34**

- european: **B60T8/24; B60T8/32D14; B60T8/36; B60T8/36F6; B60T8/40J; B60T8/42B; B60T8/44F; B60T8/48B4; B60T8/48B4D2; B60T8/50; B60T13/68C**

Application number: US19970894174 19971015

Priority number(s): DE19951008329 19950309; WO1996EP00857 19960301

Also published as:



WO9628325 (A1)

EP0813481 (A1)

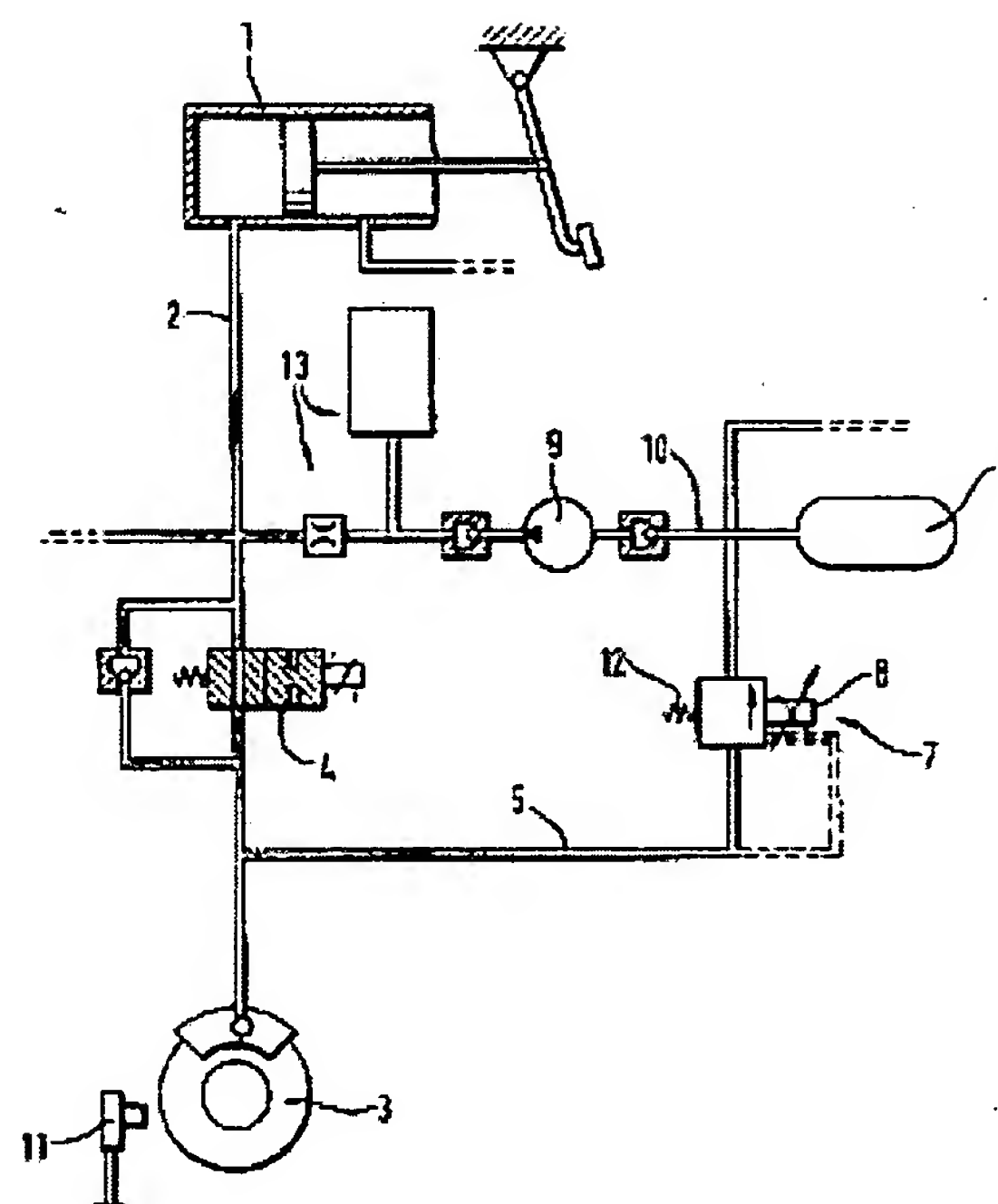
DE19508329 (A1)

EP0813481 (B1) ✓

[Report a data error here](#)

Abstract of US6048038

PCT No. PCT/EP96/00857 Sec. 371 Date Oct. 15, 1997 Sec. 102(e) Date Oct. 15, 1997 PCT Filed Mar. 1, 1996 PCT Pub. No. WO96/28325 PCT Pub. Date Sep. 19, 1996A braking pressure control system comprises a braking pressure generator, a brake-actuating device for at least one vehicle wheel, a connecting line between the braking pressure generator and the brake-actuating device, a shut-off valve in the connecting line which has two switching positions, the connecting line being open in the basic position of the shut-off valve and the connecting line being closed or throttled in the switched position of the shut-off valve, including an outlet line which connects the brake-actuating device to a pressure fluid collecting means, an electromagnetically operated pressure-limiting valve in the outlet line, a wheel sensor which determines the rotational speed of the vehicle wheel and issues a corresponding sensor signal, and an electrical controlling and evaluating unit which has an input for the sensor signal and a first switching output to which a switching signal for the shut-off valve is applied, and a control output which issues a control signal for the current-supply circuit of the coil of the pressure-limiting valve that determines the intensity of the coil current. The objective is to measure the wheel cylinder pressure with simple means. To this end, the coil current circuit is associated with a measuring device which determines a current/voltage variation due to a change in the



BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

induction of the coil and sends a corresponding
signal to another input of the evaluating unit.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

1999 1998 1997 1996 1995 1994 1993 1992 1991 1990 1989 1988 1987 1986 1985 1984 1983 1982 1981 1980 1979 1978 1977 1976 1975 1974 1973 1972 1971 1970 1969 1968 1967 1966 1965 1964 1963 1962 1961 1960 1959 1958 1957 1956 1955 1954 1953 1952 1951 1950 1949 1948 1947 1946 1945 1944 1943 1942 1941 1940 1939 1938 1937 1936 1935 1934 1933 1932 1931 1930 1929 1928 1927 1926 1925 1924 1923 1922 1921 1920 1919 1918 1917 1916 1915 1914 1913 1912 1911 1910 1909 1908 1907 1906 1905 1904 1903 1902 1901 1900 1899 1898 1897 1896 1895 1894 1893 1892 1891 1890 1889 1888 1887 1886 1885 1884 1883 1882 1881 1880 1879 1878 1877 1876 1875 1874 1873 1872 1871 1870 1869 1868 1867 1866 1865 1864 1863 1862 1861 1860 1859 1858 1857 1856 1855 1854 1853 1852 1851 1850 1849 1848 1847 1846 1845 1844 1843 1842 1841 1840 1839 1838 1837 1836 1835 1834 1833 1832 1831 1830 1829 1828 1827 1826 1825 1824 1823 1822 1821 1820 1819 1818 1817 1816 1815 1814 1813 1812 1811 1810 1809 1808 1807 1806 1805 1804 1803 1802 1801 1800 1799 1798 1797 1796 1795 1794 1793 1792 1791 1790 1789 1788 1787 1786 1785 1784 1783 1782 1781 1780 1779 1778 1777 1776 1775 1774 1773 1772 1771 1770 1769 1768 1767 1766 1765 1764 1763 1762 1761 1760 1759 1758 1757 1756 1755 1754 1753 1752 1751 1750 1749 1748 1747 1746 1745 1744 1743 1742 1741 1740 1739 1738 1737 1736 1735 1734 1733 1732 1731 1730 1729 1728 1727 1726 1725 1724 1723 1722 1721 1720 1719 1718 1717 1716 1715 1714 1713 1712 1711 1710 1709 1708 1707 1706 1705 1704 1703 1702 1701 1700 1699 1698 1697 1696 1695 1694 1693 1692 1691 1690 1689 1688 1687 1686 1685 1684 1683 1682 1681 1680 1679 1678 1677 1676 1675 1674 1673 1672 1671 1670 1669 1668 1667 1666 1665 1664 1663 1662 1661 1660 1659 1658 1657 1656 1655 1654 1653 1652 1651 1650 1649 1648 1647 1646 1645 1644 1643 1642 1641 1640 1639 1638 1637 1636 1635 1634 1633 1632 1631 1630 1629 1628 1627 1626 1625 1624 1623 1622 1621 1620 1619 1618 1617 1616 1615 1614 1613 1612 1611 1610 1609 1608 1607 1606 1605 1604 1603 1602 1601 1600 1599 1598 1597 1596 1595 1594 1593 1592 1591 1590 1589 1588 1587 1586 1585 1584 1583 1582 1581 1580 1579 1578 1577 1576 1575 1574 1573 1572 1571 1570 1569 1568 1567 1566 1565 1564 1563 1562 1561 1560 1559 1558 1557 1556 1555 1554 1553 1552 1551 1550 1549 1548 1547 1546 1545 1544 1543 1542 1541 1540 1539 1538 1537 1536 1535 1534 1533 1532 1531 1530 1529 1528 1527 1526 1525 1524 1523 1522 1521 1520 1519 1518 1517 1516 1515 1514 1513 1512 1511 1510 1509 1508 1507 1506 1505 1504 1503 1502 1501 1500 1499 1498 1497 1496 1495 1494 1493 1492 1491 1490 1489 1488 1487 1486 1485 1484 1483 1482 1481 1480 1479 1478 1477 1476 1475 1474 1473 1472 1471 1470 1469 1468 1467 1466 1465 1464 1463 1462 1461 1460 1459 1458 1457 1456 1455 1454 1453 1452 1451 1450 1449 1448 1447 1446 1445 1444 1443 1442 1441 1440 1439 1438 1437 1436 1435 1434 1433 1432 1431 1430 1429 1428 1427 1426 1425 1424 1423 1422 1421 1420 1419 1418 1417 1416 1415 1414 1413 1412 1411 1410 1409 1408 1407 1406 1405 1404 1403 1402 1401 1400 1399 1398 1397 1396 1395 1394 1393 1392 1391 1390 1389 1388 1387 1386 1385 1384 1383 1382 1381 1380 1379 1378 1377 1376 1375 1374 1373 1372 1371 1370 1369 1368 1367 1366 1365 1364 1363 1362 1361 1360 1359 1358 1357 1356 1355 1354 1353 1352 1351 1350 1349 1348 1347 1346 1345 1344 1343 1342 1341 1340 1339 1338 1337 1336 1335 1334 1333 1332 1331 1330 1329 1328 1327 1326 1325 1324 1323 1322 1321 1320 1319 1318 1317 1316 1315 1314 1313 1312 1311 1310 1309 1308 1307 1306 1305 1304 1303 1302 1301 1300 1299 1298 1297 1296 1295 1294 1293 1292 1291 1290 1289 1288 1287 1286 1285 1284 1283 1282 1281 1280 1279 1278 1277 1276 1275 1274 1273 1272 1271 1270 1269 1268 1267 1266 1265 1264 1263 1262 1261 1260 1259 1258 1257 1256 1255 1254 1253 1252 1251 1250 1249 1248 1247 1246 1245 1244 1243 1242 1241 1240 1239 1238 1237 1236 1235 1234 1233 1232 1231 1230 1229 1228 1227 1226 1225 1224 1223 1222 1221 1220 1219 1218 1217 1216 1215 1214 1213 1212 1211 1210 1209 1208 1207 1206 1205 1204 1203 1202 1201 1200 1199 1198 1197 1196 1195 1194 1193 1192 1191 1190 1189 1188 1187 1186 1185 1184 1183 1182 1181 1180 1179 1178 1177 1176 1175 1174 1173 1172 1171 1170 1169 1168 1167 1166 1165 1164 1163 1162 1161 1160 1159 1158 1157 1156 1155 1154 1153 1152 1151 1150 1149 1148 1147 1146 1145 1144 1143 1142 1141 1140 1139 1138 1137 1136 1135 1134 1133 1132 1131 1130 1129 1128 1127 1126 1125 1124 1123 1122 1121 1120 1119 1118 1117 1116 1115 1114 1113 1112 1111 1110 1109 1108 1107 1106 1105 1104 1103 1102 1101 1100 1099 1098 1097 1096 1095 1094 1093 1092 1091 1090 1089 1088 1087 1086 1085 1084 1083 1082 1081 1080 1079 1078 1077 1076 1075 1074 1073 1072 1071 1070 1069 1068 1067 1066 1065 1064 1063 1062 1061 1060 1059 1058 1057 1056 1055 1054 1053 1052 1051 1050 1049 1048 1047 1046 1045 1044 1043 1042 1041 1040 1039 1038 1037 1036 1035 1034 1033 1032 1031 1030 1029 1028 1027 1026 1025 1024 1023 1022 1021 1020 1019 1018 1017 1016 1015 1014 1013 1012 1011 1010 1009 1008 1007 1006 1005 1004 1003 1002 1001 1000 999 998 997 996 995 994 993 992 991 990 989 988 987 986 985 984 983 982 981 980 979 978 977 976 975 974 973 972 971 970 969 968 967 966 965 964 963 962 961 960 959 958 957 956 955 954 953 952 951 950 949 948 947 946 945 944 943 942 941 940 939 938 937 936 935 934 933 932 931 930 929 928 927 926 925 924 923 922 921 920 919 918 917 916 915 914 913 912 911 910 909 908 907 906 905 904 903 902 901 900 899 898 897 896 895 894 893 892 891 890 889 888 887 886 885 884 883 882 881 880 879 878 877 876 875 874 873 872 871 870 869 868 867 866 865 864 863 862 861 860 859 858 857 856 855 854 853 852 851 850 849 848 847 846 845 844 843 842 841 840 839 838 837 836 835 834 833 832 831 830 829 828 827 826 825 824 823 822 821 820 819 818 817 816 815 814 813 812 811 810 809 808 807 806 805 804 803 802 801 800 799 798 797 796 795 794 793 792 791 790 789 788 787 786 785 784 783 782 781 780 779 778 777 776 775 774 773 772 771 770 769 768 767 766 765 764 763 762 761 760 759 758 757 756 755 754 753 752 751 750 749 748 747 746 745 744 743 742 741 740 739 738 737 736 735 734 733 732 731 730 729 728 727 726 725 724 723 722 721 720 719 718 717 716 715 714 713 712 711 710 709 708 707 706 705 704 703 702 701 700 699 698 697 696 695 694 693 692 691 690 689 688 687 686 685 684 683 682 681 680 679 678 677 676 675 674 673 672 671 670 669 668 667 666 665 664 663 662 661 660 659 658 657 656 655 654 653 652 651 650 649 648 647 646 645 644 643 642 641 640 639 638 637 636 635 634 633 632 631 630 629 628 627 626 625 624 623 622 621 620 619 618 617 616 615 614 613 612 611 610 609 608 607 606 605 604 603 602 601 600 599 598 597 596 595 594 593 592 591 590 589 588 587 586 585 584 583 582 581 580 579 578 577 576 575 574 573 572 571 570 569 568 567 566 565 564 563 562 561 560 559 558 557 556 555 554 553 552 551 550 549 548 547 546 545 544 543 542 541 540 539 538 537 536 535 534 533 532 531 530 529 528 527 526 525 524 523 522 521 520 519 518 517 516 515 514 513 512 511 510 509 508 507 506 505 504 503 502 501 500 499 498 497 496 495 494 493 492 491 490 489 488 487 486 485 484 483 482 481 480 479 478 477 476 475 474 473 472 471 470 469 468 467 466 465 464 463 462 461 460 459 458 457 456 455 454 453 452 451 450 449 448 447 446 445 444 443 442 441 440 439 438 437 436 435 434 433 432 431 430 429 428 427 426 425 424 423 422 421 420 419 418 417 416 415 414 413 412 411 410 409 408 407 406 405 404 403 402 401 400 399 398 397 396 395 394 393 392 391 390 389 388 387 386 385 384 383 382 381 380 379 378 377 376 375 374 373 372 371 370 369 368 367 366 365 364 363 362 361 360 359 358 357 356 355 354 353 352 351 350 349 348 347 346 345 344 343 342 341 340 339 338 337 336 335 334 333 332 331 330 329 328 327 326 325 324 323 322 321 320 319 318 317 316 315 314 313 312 311 310 309 308 307 306 305 304 303 302 301 300 299 298 297 296 295 294 293 292 291 290 289 288 287 286 285 284 283 282 281 280 279 278 277 276 275 274 273 272 271 270 269 268 267 266 265 264 263 262 261 260 259 258 257 256 255 254 253 252 251 250 249 248 247 246 245 244 243 242 241 240 239 238 237 236 235 234 233 232 231 230 229 228 227 226 225 224 223 222 221 220 219 218 217 216 215 214 213 212 211 210 209 208 207 206 205 204 203 202 201 200 199 198 197 196 195 194 193 192 191 190 189 188 187 186 185 184 183 182 181 180 179 178 177 176 175 174 173 172 171 170 169 168 167 166 165 164 163 162 161 160 159 158 157 156 155 154 153 152 151 150 149 148 147 146 145 144 143 142 141 140 139 138 137 136 135 134 133 132 131 130 129 128 127 126 125 124 123 122 121 120 119 118 117 116 115 114 113 112 111 110 109 108 107 106 105 104 103 102 101 100 99 98 97 96 95 94 93 92 91 90 89 88 87 86 85 84 83 82 81 80 79 78 77 76 75 74 73 72 71 70 69 68 67 66 65 64 63 62 61 60 59 58 57 56 55 54 53 52 51 50 49 48 47 46 45 44 43 42 41 40 39 38 37 36 35 34 33 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 813 481 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.12.1999 Patentblatt 1999/52

(21) Anmeldenummer: **96905843.7**

(22) Anmeldetag: **01.03.1996**

(51) Int. Cl.⁶: **B60T 8/00, G01L 11/00, H01F 7/18**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP96/00857

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 96/28325 (19.09.1996 Gazette 1996/42)

(54) **BREMSDRUCKREGELANLAGE**

BRAKING PRESSURE REGULATOR

SYSTEME DE REGULATION DE LA PRESSION DE FREINAGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **09.03.1995 DE 19508329**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.12.1997 Patentblatt 1997/52

(73) Patentinhaber:
**Continental Teves AG & Co. oHG
60488 Frankfurt (DE)**

(72) Erfinder:

- **ZAVISKA, Dalibor
D-65760 Eppstein (DE)**
- **VOLZ, Peter
D-64291 Darmstadt (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 627 350	WO-A-93/08055
DE-A- 2 021 185	DE-A- 2 257 236
DE-A- 3 446 016	DE-A- 4 121 470
DE-A- 4 440 531	GB-A- 2 182 740

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 813 481 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Bremsdruckregelanlage mit einem Bremsdruckgeber, einer Bremsbetätigungseinrichtung für mindestens ein Fahrzeugrad, einer Verbindungsleitung zwischen dem Bremsdruckgeber und der Bremsbetätigungseinrichtung, einem Sperrventil in der Verbindungsleitung, das zwei Schaltstellungen aufweist, wobei es in der Grundstellung die Verbindungsleitung offenhält und in seiner Schaltstellung die Verbindungsleitung schließt bzw. drosselt, mit einer Auslaßleitung, die die Bremsbetätigungseinrichtung mit einem Druckmittelsammler verbindet, einem elektromagnetisch betätigten Druckbegrenzungsventil in der Auslaßleitung, dessen Öffnungsdruck einstellbar ist, mit einem Raddrehzahlsensor, der die Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugrades erfaßt und ein entsprechendes Sensorsignal abgibt, und einer elektronischen Steuer- und Auswerteeinheit, die einen Eingang für das Sensorsignal aufweist und einen ersten Ausgang (Schaltausgang) aufweist, an dem ein Schaltsignal für das Sperrventil anliegt, und mit einem weiteren Ausgang (Stellausgang), an dem ein Steuersignal für den Stromversorgungskreis anliegt, das die Stromstärke bestimmt, mit dem der Elektromagnet des elektromagnetisch betätigten Druckbegrenzungsventil versorgt wird.

[0002] Eine derartige Bremsanlage ist in der DE-OS 20 21 185 beschrieben. In der dort vorgestellten Bremsdruckregelanlage ist ein Druckbegrenzungsventil vorgesehen, das von einem Proportionalmagneten betätigt wird. Ein Proportionalmagnet ist dadurch gekennzeichnet, daß unabhängig von der Lage des Ankers in der Spule die auf den Anker ausgeübte Kraft proportional zum Spulenstrom ist. Wird ein derartiger Magnet zum Betätigen eines Ventilschließgliedes eingesetzt, so wird die Schließkraft allein vom Spulenstrom bestimmt unabhängig davon, wie weit das auströmende Druckmedium das Schließglied vom Ventilsitz entfernt.

[0003] Im genannten Stand der Technik, wird das Schließglied von einer kräftigen Feder auf dem Ventilsitz gehalten, so daß der Öffnungsdruck des Druckregelventils über dem maximal denkbaren Bremsdruck liegt, bei dem das Rad noch nicht blockiert. Die Stellkraft, die von dem Elektromagneten erzeugt wird, bewirkt, daß mit wachsender Stromstärke der Öffnungsdruck gesenkt wird.

[0004] Ein derartiges Druckregelventil soll ein entsprechendes Schaltventil in der Ausgangsleitung ersetzen. Die üblicherweise in der Auslaßleitung eingesetzten Schaltventile kennen nur zwei Schaltstellungen, nämlich eine geöffnete und eine geschlossene Stellung. Eine Druckreduzierung wird erzielt, indem das Schaltventil in Intervallen kurzzeitig geöffnet wird, bis der Druck ausreichend abgesenkt ist. Es liegt auf der Hand, daß mit einem Druckregelventil eine wesentlich feinfühligere Regelung möglich ist, da der gewünschte Druck unmittelbar eingestellt werden kann. Vorausset-

zung hierfür ist aber eine genaue Kenntnis der Vorgänge sowie die Verwendung einer elektronischen Auswerteeinheit, die unter Berücksichtigung von Sensorsignalen und mit Kenntnis über die Vorgänge entsprechende Steuersignale für die Bestromung des Elektromagneten des Bremsdruckregelventils ermittelt.

[0005] In Antiblockierregelanlagen wird häufig lediglich die erste zeitliche Ableitung der Drehgeschwindigkeit des Rades (die Radverzögerung) für die Steuerung des Regelvorganges genutzt.

[0006] Übersteigt die Radverzögerung einen negativen Schwellenwert, so spricht die Antiblockierregelung an, indem Druckmittel aus der Radbremse entnommen wird.

[0007] Schon früh wurde festgestellt, daß eine Regelung, die lediglich die Radverzögerung berücksichtigt, keine guten Ergebnisse liefert. Es wurde daher vorgeschlagen, die Schlupfwerte des Rades zu erfassen und den Bremsdruck so einzuregulieren, daß der Schlupf des Rades in einem Bereich liegt, in dem die Kraftschlußbeiwerte maximal sind. Zur Bestimmung des Rad-schlupfes ist es aber notwendig, die Fahrzeuggeschwindigkeit zu kennen. Diese ist aber während eines Bremsvorganges, bei dem die Räder des Fahrzeuges nicht frei rollen, nur schwer zu bestimmen. Es wurden daher fiktive Geschwindigkeiten eingeführt, mit deren Hilfe angenäherte Schlupfwerte ermittelt werden konnten.

[0008] In der GB 2 182 740 A wurde schon vorgeschlagen, den Druck in der Radbremse während einer Bremsdruckregelung zu messen. Der Druck ist proportional zu der von der Bremsbetätigungseinrichtung ausgeübten Bremskraft. Unter Berücksichtigung der Radverzögerung läßt sich die Kraft, die zwischen Reifen und Fahrbahn wirkt, ermitteln. Wird der letztgenannte Wert für alle vier Räder aufsummiert, und durch die Fahrzeugmasse dividiert, erhält man die Fahrzeugverzögerung. Aus diesem Wert läßt sich durch eine zeitliche Integration die Geschwindigkeit des Fahrzeuges zu jedem Zeitpunkt der Bremsung ermitteln. Da die Raddrehgeschwindigkeit ebenfalls durch die Auswertung der Radsensorsignale bekannt ist, läßt sich der Schlupf der Räder berechnen.

[0009] In der genannten Offenlegungsschrift wird daher ein zusätzlicher Drucksensor eingesetzt.

[0010] In der DE 34 46 016 A1 wird ein Verfahren zur Ermittlung eines optimalen Schlupfwertes vorgestellt. Auch hier wird vorgeschlagen, die Fahrzeuggeschwindigkeit zu ermitteln. Dazu soll der Druck im Hauptbremszylinder und die Raddrehgeschwindigkeit gemessen werden. Eine Verbesserung und Vereinfachung der Identifizierung des optimalen Bremsschlupfes soll erreicht werden können durch die Messung des Drucks im Radbremszylinder und der Fahrzeuggeschwindigkeit. Eine Meßmethode wird nicht angegeben.

[0011] Aus der DE-A-2,257,236 ist bereits ein Hydraulikkreis für die Verwendung in einem Antiblockierregler

bekannt. Das an einem Magnetventil herrschende Druckverhältniss wird bei einer sprunghaften Veränderung des am Magnetventil anstehenden Steuerstroms erkannt, da die sprunghafte Veränderung des Steuerstroms als an einem Widerstand auftretender Spannungssprung zu einem Differenzierglied gelangt. Die Zeitspanne vom Anlegen der Spannung bis zur Veränderung des Steuerstroms ist vom Druck an der Radbremse abhängig. In einem Wandler wird aus dieser Zeitspanne ein proportionale Spannung erzeugt, die als Drucksignal dem Steuergerät zugeführt wird.

[0012] Die Erfindung beruht daher auf der Aufgabe, mit geringem zusätzlichem Aufwand Größen für die oben genannten Berechnungsmethoden oder anderen Methoden, die den Bremsdruckregelvorgang verfeinern sollen, zur Verfügung zu stellen.

[0013] Die Aufgabe wird für eine Bremsdruckregelanlage der angegebenen Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0014] Bei diesem Vorschlag wird ausgenutzt, daß sich durch die Bewegung des Ankers, der mit dem Ventilschließglied verbunden ist, eine Änderung der Induktion der Spule verknüpft ist. Änderungen von Induktionen in einem Schwingkreis bewirken aber Strom- und Spannungsänderungen, die meßbar sind.

[0015] Eine deutliche Bewegung des Schließgliedes bzw. des Ankers liegt immer dann vor, wenn der Druck in der Bremsbetätigungseinrichtung, das ist der Bremsdruck, den Öffnungsdruck des Druckregelventils erreicht. Dies kann der Fall sein, wenn der Druck in der Bremsbetätigungseinrichtung ansteigt und beim Erreichen des Öffnungsdruckes das Ventil aufgestoßen wird. Die andere Möglichkeit besteht darin, daß der Öffnungsdruck zunächst unterhalb des Druckes in der Betätigungseinrichtung liegt. Druckmittel strömt über das offene Druckregelventil solange ab, bis der Öffnungsdruck erreicht ist und das Ventil wieder schließt.

[0016] In beiden Fällen entspricht der Druck in der Betätigungseinrichtung zum Zeitpunkt des Schließens oder des Öffnens des Ventils dem jeweils eingestellten Öffnungsdruck. Dieser wiederum wird bestimmt von der Spulenstromstärke. Verknüpft man also das Signal der oben genannten Meßeinrichtung mit deren Hilfe der Öffnungs- und Schließvorgang erkannt werden kann mit der zu diesen Zeitpunkten vorliegenden Stromstärke, so erhält man eine Information über den Druck in der Bremsbetätigungseinrichtung. Daraus folgt, daß ein zusätzlicher Drucksensor nicht notwendig ist. Die entsprechende Meßeinrichtung kann auf elektronischem Wege sehr einfach realisiert werden.

[0017] Mit Hilfe des Radbremsdruckes kann, wie in der britischen Offenlegungsschrift beschrieben, sehr einfach die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt werden, und so letztlich eine Bestimmung des Bremschlupfes erfolgen.

[0018] Darüberhinaus kann auch der Hauptbremszylinderdruck bestimmt werden, ohne daß ein zusätzlicher Sensor notwendig wäre. Ein Regelvorgang besteht aus

verschiedenen Phasen nämlich einer Druckabbauphase, einer Haltephase und einer Druckaufbauphase. Eine Druckabbauphase wird dadurch realisiert, daß das Sperrventil die Verbindungsleitung schließt und das Druckbegrenzungsventil mit einem Strom beaufschlagt wird, der dazu führt, daß der Öffnungsdruck gesenkt wird. Sobald der Öffnungsdruck kleiner ist als der momentane Bremsdruck öffnet das Druckregelventil und es fließt Druckmittel aus der Bremsbetätigungseinrichtung ab. Das Druckregelventil schließt erst dann wieder, wenn der Bremsdruck dem Öffnungsdruck entspricht. Dieser Druckwert kann in der Steuer- und Auswerteeinheit gespeichert werden. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die Radverzögerung unter einem bestimmten Schwellenwert abgesenkt ist. Dann kann sich eine Haltephase bzw. eine Druckaufbauphase anschließen. Der zuletzt gespeicherte Druckwert entspricht dem Bremsdruck zu Beginn einer derartigen Phase.

[0019] Schon in der Haltephase kann der Öffnungsdruck des Druckregelventils wieder erhöht werden. Dies hat noch keine Steigerung des Bremsdrucks zur Folge, da das Sperrventil weiterhin geschlossen bleibt. Erst durch Öffnen des Sperrventils kann wieder Druckmittel in die Betätigungseinrichtung nachfließen. Dies führt zu einer Druckerhöhung bis der Öffnungsdruck des Druckregelventils erreicht ist. Der Öffnungsvorgang kann wie oben erläutert, registriert werden und der entsprechende Öffnungsdruck, der dem zu der Zeit vorliegenden Bremsdruck entspricht, gespeichert werden. Aus dem Bremsdruck zu Beginn der Haltephase und dem zuletzt gemessenen Bremsdruck kann die Druckerhöhung in der Radbremse festgestellt werden. Bekannt ist weiterhin die Öffnungsdauer des Sperrventils. Auch die Drosselcharakteristik des Sperrventils ist bekannt. Daraus läßt sich der Druck in dem Bremsdruckgeber errechnen. Um nämlich eine bestimmte Bremsdrucksteigerung hervorzurufen, muß eine bestimmte Druckmittelmenge über das Sperrventil in die Bremsbetätigungseinrichtung einfließen. Die dazu zur Verfügung stehende Zeit wird durch die Öffnungsdauer des Sperrventils bestimmt. Zwischen der pro Zeiteinheit einfließenden Druckmittelmenge und der Differenz zwischen dem Druck in der Bremsbetätigungseinrichtung und dem Druck im Bremsdruckgeber besteht ein Zusammenhang. Aus diesem Zusammenhang läßt sich der Druck im Bremsdruckgeber ermitteln.

[0020] Diese zusätzlichen Informationen können in die Berechnung des Regelvorganges einfließen.

[0021] Es ist bekannt, daß die Güte einer Regelung abhängt von der Geschwindigkeit mit der der Bremsdruck auf- bzw. abgebaut wird und der Länge der Druckhaltephasen. Diese Parameter sind zu ändern je nachdem, ob die Bremsung auf hohem oder niedrigem Reibwert erfolgt. Ein Maß für den Reibwert ist der eingeregelter Bremsdruck unter Berücksichtigung des Fahrzeuggewichts. Der Bremsdruck ist wie oben erläutert bestimmbar. Das Fahrzeuggewicht läßt sich mit

Sensoren bestimmen. Somit lassen sich die zeitlichen Gradienten des Bremsdruckaufbaus und -abbaus bestimmen. Wie schon erläutert erfolgt ein Bremsdruckabbau, indem die Spule des Betätigungsmagneten des Bremsdruckregelventils mit Strom beaufschlagt wird, so daß die Federkraft kompensiert wird. Beim Bremsdruckaufbau wird zunächst der Öffnungsdruck des Druckregelventils erhöht und sodann das Sperrventil für kurze Zeitintervalle geöffnet. Dies bewirkt, daß der Druckaufbau stufenartig erfolgt. Aufgrund der Kenntnis des momentanen Drucks in der Bremsbetätigungseinrichtung und dem Bremsdruckgeber läßt sich sehr genau die Öffnungszeit des Sperrventils festlegen, da aufgrund des berechneten Druckgefälles leicht zu ermitteln ist, wie stark der Druck in der Bremsbetätigungseinrichtung innerhalb der Öffnungszeit ansteigen wird. Dadurch kann der stufenartige Druckaufbau sehr genau an einen optimalen Druckaufbaugradienten angepaßt werden.

[0022] Außerdem kann der stufenartige Druckaufbau so ausgelegt werden, daß möglichst wenig Schaltsignale notwendig sind, was einen unmittelbaren Einfluß auf die Geräuschentwicklung hat.

[0023] Weiterhin läßt sich der Regelvorgang niederfrequent auslegen. Die in vorausgegangenen Regelzyklen gewonnenen Erkenntnisse insbesondere über die Reibverhältnisse zwischen Reifen und Fahrbahn, können in die Berechnung für den nächsten Regelzyklus eingesetzt werden, so daß im nächsten Regelzyklus der Bremsschlupf besser eingestellt werden kann, wodurch die Regelung dem Übertragungsverhalten des Regelkreises (Bremse-Rad-Straße) besser angepaßt wird.

[0024] Außerdem können bei Fahrzeugen mit einer Vorder- und einer Hinterachse Erkenntnisse über die Straßenbeschaffenheit, die durch die Auswertung der oben genannten Meßgrößen an den Vorderrädern gewonnen werden, in die Regelung für die Hinterräder einfließen.

[0025] Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels, sowie einiger Diagramme beschrieben werden.

[0026] Es zeigen:

Figur 1 die hydraulische Schaltung einer Bremsdruckregelanlage,

Figur 2 den Druckverlauf in einer Druckabbauphase,

Figur 3 den Druckverlauf in einer Druckaufbauphase,

Figur 4 die Hauptbestandteile sowie die Verknüpfungen eines elektronischen Schaltkreises zur Steuerung der Anlage gemäß Figur 1 in schematischer Darstellung.

[0027] Es wird zunächst Bezug genommen auf die

Figur 1. Diese zeigt in schematischer Weise eine Bremsanlage. Diese Bremsanlage enthält einen Hauptzylinder 1, der in der Regel mittels eines Pedals betätigt wird. Der Hauptzylinder ist über eine Bremsleitung 2 mit einem Radzylinder 3 verbunden. In der Bremsleitung 2 ist ein Sperr- oder Einlaßventil 4 vorgesehen, das zwei Schaltstellungen aufweist. In der Grundstellung des Ventils, die in der Zeichnung dargestellt ist, ist die Bremsleitung 2 geöffnet, in der Schaltstellung ist die Bremsleitung 2 gesperrt.

[0028] Um den Druck im Radzylinder senken zu können, ist eine Auslaßleitung 5 vorgesehen. Diese führt zu einem Niederdruckspeicher 6. In der Auslaßleitung 5 ist ein Druckbegrenzungsventil 7 vorgesehen, dessen Öffnungsdruck über einen proportional arbeitenden Magneten einstellbar ist. Die einstellbare Magnetkraft des Proportionalmagneten 8 wirkt gegen eine Feder 12. Solange der Proportionalmagnet 8 stromlos ist, bestimmt die Federkraft den Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 7. Mit der Bestromung des Proportionalelektromagneten 8 wird die wirksame Kraft der Feder 12 gesenkt, so daß sich der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 7 entsprechend ändert.

[0029] Um eine sich nicht erschöpfende Regelung durchführen zu können, ist eine Pumpe 9 vorgesehen, die Druckmittel aus dem Niederdruckspeicher 6 zurück in den Hauptzylinder 1 fördert. Die Pumpe 9 befindet sich innerhalb einer Druckleitung 10, die den Niederdruckspeicher 6 mit der Bremsleitung 2 zwischen dem Hauptzylinder 1 und dem Sperrventil 4 verbindet. Der Druckleitung 10 zugeordnet ist eine Dämpfungseinrichtung 13, mit der Druckspitze am Ausgang der Pumpe 9 eliminiert werden.

[0030] Die in der Figur 1 skizzierte Bremsanlage ist vom Typ: Rückförderprinzip. Dem Fachmann sind weitere Arten von Bremsdruckregelanlagen bekannt. Beim offenen System wird z.B. der Niederdruckspeicher 6 durch einen Vorratsbehälter ersetzt. Weiterhin sind Arten bekannt, bei denen der Druck in der Radbremse nicht direkt geregelt wird, sondern über einen Plunger vermittelt wird. Statt des Hauptzylinders 1 können auch andere Arten von Druckgebern eingesetzt werden, zum Beispiel Speicher mit nachgeschalteten pedalbetätigten Regelventilen. Der Druckgeber kann auch so ausgelegt sein, daß der Bremsbetätigungseinrichtung Druckmittel zugeführt wird, auch ohne daß dies vom Fahrer gewünscht wird. Dies ist zum Beispiel notwendig bei Antriebsschlupfregelanlagen oder sogenannten Fremdkraftbremsanlagen, die in Anlagen benötigt werden, bei denen das Fahrzeug in einem bestimmten Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug gehalten werden soll.

[0031] Es ist weiterhin für den Fachmann klar, daß dem Hauptzylinder weitere Bremskreise zugeordnet werden können, außerdem kann ein Bremskreis mehrere Radbremsen umfassen.

[0032] Den Rädern des Fahrzeuges werden sogenannte Radsensoren 11 zugeordnet. Diese erfassen die Winkelgeschwindigkeit des jeweiligen Rades. Die

entsprechenden Sensorsignale werden einer Auswerteeinheit 40 zugeführt. Diese wiederum erzeugt Schaltsignale für das Sperrventil 4, womit das Sperrventil 4 von seiner Offen-(Grundstellung) in seine sperrende bzw. drosselnde Position (Schaltposition) schaltet. Die Auswerteeinheit erzeugt weiterhin ein Stellsignal für das Druckbegrenzungsventil 7. Sie bestimmt also die Stromstärke mit der der Stellmagnet durchflossen werden soll. Auf diese Weise wird der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils festgelegt.

[0033] Zur Regelung des Druckes im Radzylinder 3 sind verschiedene Phasen vorgesehen, nämlich eine Druckabbauphase, eine Druckhaltephase und eine Druckaufbauphase.

[0034] In der Druckabbauphase ist das Sperrventil 4 geschlossen. Der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils ist auf einen Wert eingestellt, der unterhalb des Druckes im Radzylinder 3 liegt. Daher fließt Druckmittel aus dem Radzylinder 3 in den Niederdruckspeicher 6 ab.

[0035] In der Druckhaltephase ist das Sperrventil 4 geschlossen und der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 7 auf einen Wert eingestellt, der oberhalb des momentanen Drucks im Radzylinder 3 liegt. Der Druck im Radzylinder 3 ist daher nicht in der Lage das Druckbegrenzungsventil 7 aufzustoßen, so daß kein Druckmittel aus dem Radzylinder 3 abfließen kann.

[0036] In einer Druckaufbauphase wird das Sperrventil 4 geöffnet und der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 7 auf einen Wert oberhalb des momentanen Radzylinderdruckes eingestellt. Dies hat zur Folge, daß aus dem Hauptzylinder 1 Druckmittel über das Sperrventil 4 zum Radzylinder fließen kann. Dies bewirkt eine Druckerhöhung, die begrenzt wird durch den eingestellten Öffnungsdruck am Druckbegrenzungsventil 7.

[0037] Der typische Verlauf des Drucks im Radzylinder 3 in einer Druckabbauphase und in einer Druckaufbauphase ist in den Figuren 2 und 3 dargestellt.

[0038] Die Figur 2 zeigt ein Diagramm, auf dessen X-Achse 20 die fortschreitende Zeit t abgetragen ist. Auf der Y-Achse 21 ist der Radzylinderdruck p_{Rz} abgetragen. Der Punkt 22 markiert einen bestimmten Zeitpunkt t_1 und einen bestimmten Radzylinderdruck p_1 . Zu diesem Zeitpunkt t_1 ist der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 7 größer als der Druck p_1 . Wird nun der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 7 auf einen Wert p_2 eingestellt, so fließt Druckmittel aus dem Radzylinder 3 zum Niederdruckspeicher 6 ab, was zur Folge hat, daß der Druck im Radzylinder 3 entsprechend dem Verlauf der Kurve 23 gemindert wird. Der Druckabbau erfolgt solange bis ein zweiter Punkt 24 erreicht wird, der bestimmt wird durch die Zeit t_1 und dem Radzylinderdruck p_2 , der den Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 7 entspricht. Der Druckverlauf 23 wird bestimmt durch die eingestellte Druckdifferenz $p_1 - p_2$, sowie durch den Öffnungsquerschnitt des Druckbegrenzungsventils. Er kann dadurch manipuliert

werden, daß die Änderung des Öffnungsdruckes des Druckbegrenzungsventils 7 nicht in einem Schritt erfolgt, sondern entsprechend dem gewünschten zeitlichen Verlauf der Druckabsenkung. Dies bedeutet, es werden mehrere Druckabbauschritte gemäß Figur 2 zu einer einheitlichen Druckabbauphase zusammengesetzt. Diese Eingriffsmöglichkeit ist wichtig, da eine zu schnelle Druckabsenkung zu Übersteuerungen im Regelsystem führen kann. Dies ist dem Ziel, einen möglichst konstanten optimalen Druckwert einzustellen, abträglich.

[0039] In der Figur 3 ist ein typischer Verlauf einer Druckaufbauphase dargestellt. Auf der X-Achse 30 des Diagramms ist die Zeit t dargestellt. Auf der Y-Achse 31 der Radzylinderdruck p_{Rz} . Die durchgezogene Linie 32 stellt den zeitlichen Verlauf des Radzylinderdrucks dar, der für die Regelung optimal wäre. Er führt von einem Diagrammpunkt 33 zum Zeitpunkt t_3 mit dem Druck p_3 zu einem Diagrammpunkt 34 zum Zeitpunkt t_4 und dem Druck p_4 . Vor dem Zeitpunkt t_3 liegt eine Druckhaltephase. An den Zeitpunkt t_4 soll sich eine Druckhaltephase oder eine Druckabbauphase anschließen.

[0040] Bei der Kurve 32 handelt es sich um ein Modell, das von der Auswerteeinheit 40, aufgrund von Daten des Radsensors 11 sowie weiteren Daten, deren Erhebung weiter unten beschrieben werden soll, errechnet wird.

[0041] Die gestrichelte Linie 35 stellt einen möglichen tatsächlichen Verlauf der Druckkurve dar. Die gestrichelte Linie soll von der idealen Linie 32 nur wenig abweichen. Dazu erfolgt der Druckaufbau in mehreren Stufen, die auf der Zeitachse mit A, B und C bezeichnet sind. Jede einzelne Stufe ist vom Prinzip gleich aufgebaut und enthält eine erste Phase 36 und eine zweite Phase 37. In der ersten Phase ist das Sperrventil noch geschlossen. Der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 7 wird auf einen ersten Wert p gesetzt, der am Ende einer Stufe erreicht sein soll. Da der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 7 größer ist als der momentane Radzylinderdruck, und das Sperrventil 4 geschlossen ist, bleibt der Druck im Radzylinder 3 konstant. Am Ende der ersten Phase 36 zu einem Zeitpunkt t_3 wird das Sperrventil geöffnet. Nun kann Druckmittel aus dem Hauptzylinder 1 zum Radzylinder 3 fließen. Der Druck steigt, bis der eingestellte Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 7 erreicht ist.

[0042] Der Druckverlauf in der zweiten Phase 37 wird bestimmt durch den Drosselquerschnitt des Sperrventils 4 sowie der Druckdifferenz zwischen dem Hauptzylinder 1 und dem Radzylinder 3.

[0043] Der erreichte Punkt ist im Diagramm mit 38 bezeichnet, dem Beginn einer neuen Druckaufbaustufe.

[0044] Der Zeitpunkt t_3 sowie der voreingestellte Druck p wird von der Auswerteeinheit 40 errechnet, wie weiter unten dargestellt wird.

[0045] Die weiteren Schritte B und C entsprechen im Prinzip dem Schritt A. Sie bestehen ebenfalls aus einer ersten und zweiten Phase wobei der jeweils voreinge-

stellte Druck p und der Umschaltzeitpunkt t bezogen auf die Dauer des Schrittes geändert werden kann.

[0046] Um die notwendigen Daten zu erhalten, die notwendig sind, um den jeweils beabsichtigten Druckverlauf einzustellen, wird zunächst der Radzylinderdruck ermittelt. Eine Erläuterung des Verfahrens erfolgt anhand der Figur 4. Hierbei handelt es sich um ein schematisch dargestelltes Blockschaltbild. Mit 40 ist die gesamte Auswerteeinheit bezeichnet, die als Kernstück einen Signalgenerator 41 enthält.

[0047] Die Auswerteeinheit 40 enthält mehrere Eingänge. An einem Eingang 42 ist der Radsensor 11 (Figur 1) angeschlossen. An diesem Eingang liegen daher Informationen über die momentane Winkelgeschwindigkeit des Rades vor. Nicht dargestellt sind die Anschlüsse der Radsensoren der weiteren Räder des Fahrzeuges. An einem weiteren Eingang 43 ist eine Meßeinrichtung 55 angeschlossen, die Induktionsänderungen der Betätigungsspulen 8 des Druckbegrenzungsventils 7 erfaßt. Auch hier sind entsprechend der Anzahl der Druckbegrenzungsventile 7 in der Bremsanlage mehrere Eingänge vorgesehen. Ein weiterer Eingang 44 empfängt ein Signal, das dem Fahrzeuggewicht bzw. der Lastverteilung auf die Achsen des Fahrzeuges entspricht. Weiterhin sind Ausgänge vorgesehen. Ein Signal am Ausgang 51 bewirkt ein Umschalten des Sperrventils 4. Entsprechend der Anzahl der Sperrventile 4 in der Regelanlage sind mehrere Ausgänge 51 vorgesehen. Ein weiterer Ausgang 52 führt zu einer Einrichtung 53, die die Stromversorgung der Spule 8 des Druckbegrenzungsventils 7 regelt. Auch hier spricht die Anzahl der Ausgänge 52 der Anzahl der Druckbegrenzungsventile 7. Wie schon erläutert steht der Spulenstrom in einem definierten Verhältnis zum Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 7. Das Stellsignal am Ausgang 52 repräsentiert daher den Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 7.

[0048] Im Versorgungskreis für die Spule 8 ist eine Beobachtungseinrichtung 55 vorgesehen. Diese Beobachtungseinrichtung 55 reagiert auf Strom- bzw. Spannungsänderungen im Versorgungskreis für die Spule 8, die sich ergeben, wenn die Induktivität der Spule 8 sich aufgrund einer Bewegung des Ankers ändert. Wie oben erläutert, weist eine derartige Bewegung stets auf einen Öffnungs- oder Schließvorgang des Druckbegrenzungsventils 7 hin. Dieses Signal wird auf den entsprechenden Eingang 43 geleitet. Der Eingang 43 ist direkt mit dem Signalgenerator 41 verbunden. Eine Leitung 56 führt aber auch zu einer Ausleseeinheit 57. Jedesmal wenn am Eingang 43 ein Signal anliegt, wird das Signal am Ausgang 52 ausgelesen und als Druckwert p in der Ausleseeinheit 57 gespeichert. Wie schon erläutert, entspricht bei Schließ- oder Öffnungsvorgängen des Druckbegrenzungsventils 7 der eingestellte Öffnungsdruck dem aktuellen Radzylinderdruck. Es wird deutlich, daß auf diese Weise eine Druckmessung erfolgt, ohne daß ein gesonderter Drucksensor notwendig

wäre. Der Ausleseeinheit 57 sind weitere Speicher 58, 59 nachgeschaltet, die besondere Druckwerte zu speziellen Zeitpunkten speichern. Die Auslesung der besonderen Druckwerte aus der Ausleseeinheit 57 erfolgt aufgrund eines Stellsignals, das vom Signalgenerator 41 an einem Ausgang 46 erzeugt wird. In dem einen Speicher 59 wird der Druck am Ende einer Druckabbauphase gespeichert (Punkt 24 aus Figur 2). Dieser Druck entspricht dem Druck zum Beginn einer Druckaufbauphase (Punkt 33 in Figur 3). Im Speicher 58 wird der Druck am Ende eines ersten Aufbauschriffs gespeichert (Punkt 38 in Figur 3).

[0049] Die beiden Speicherwerte werden einer Berechnungseinheit 60 zugeführt, die den Hauptzylinderdruck berechnet. Dieser ermittelt sich aus der Differenz der beiden oben genannten Drücke, der Zeitdauer für die Öffnung des Sperrventils 4 innerhalb des ersten Druckaufbauschriffs A sowie den bekannten Daten des Sperrventils 4 bezüglich seiner hydraulischen Auslegung. Der errechnete Hauptzylinderdruck wird dem Signalgenerator 41 in einem Eingang 45 zugeführt und eingesetzt, um einen Druckaufbau zu berechnen, der dem idealen Druckaufbau sehr nahe kommt. Dazu wird, was im einzelnen nicht dargestellt ist, der Radzylinderdruck aus dem Speicher 59 ausgelesen und aus dem Vergleich mit dem Hauptzylinderdruck aus der Berechnungseinheit 60 die benötigte Öffnungszeit für das Sperrventil errechnet, um einen idealen Druckaufbau zu erreichen.

[0050] Die Werte aus der Ausleseeinheit 57 können zusammen mit den Signalen des Radsensors dazu benutzt werden den jeweiligen Radschlupf zu ermitteln. In Kombination mit Signalen eines Lastsensors kann auch der Reibbeiwert ermittelt werden.

[0051] Dazu wird zunächst aus dem Druckwert, der in der Ausleseeinheit 57 abgelegt ist, die Betätigungskraft B ermittelt (Einheit 61). Aus den Radsensorsignalen am Eingang 42 kann die Radverzögerung berechnet werden (Einheit 62). Aus der Betätigungskraft B und der Radverzögerung 62 ermittelt sich die Bremskraft also die Kraft F , die zwischen Reifen und Fahrbahn wirkt. Diese Berechnung erfolgt in der Einheit 63 und kann zum Beispiel nach den Grundsätzen erfolgen, wie sie in der oben genannten britischen Offenlegungsschrift genannt worden sind.

[0052] Unter Kenntnis der Geschwindigkeit zu Beginn der Bremsung erhält man durch Aufintegration der Bremskraft die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit. Da der Druck in der Radbremse nicht kontinuierlich gemessen wird, sondern in Abständen, wird es notwendig sein, die Druckwerte bzw. die daraus resultierenden Bremskräfte zu interpolieren.

[0053] Die Fahrzeuggeschwindigkeit kann nun mit den Raddrehgeschwindigkeiten kombiniert werden und der jeweilige Radschlupf ermittelt werden (Speicher 64 im Signalgenerator 41).

[0054] Zur Bremskraft in der als Speicher ausgebildeten Einheit 63 kann unter Berücksichtigung der Last, die

von einem Lastsensor ermittelt wird, der momentane Gleitbeiwert ermittelt werden. Dieser kann im Speicher 65 im Signalgenerator abgelegt werden.

[0055] Da während einer Bremsung das Rad verschiedene Schlupfwerte durchläuft, kann die Kraftbeiwert/Schlupfkurve des Rades für die aktuelle Straßenoberfläche ermittelt werden. Diese kann in einem Speicher 66 abgelegt werden und durch einige wenige Parameter charakterisiert werden.

[0056] In diesem Speicher 66 werden nach und nach Kurven für verschiedene Oberflächen abgelegt.

[0057] Bei einer erneuten Bremsung unter ähnlichen Bedingungen kann die entsprechende Kurve schon nach ein oder zwei Messungen von Schlupf/Kraftbeiwertpaaren ermittelt werden und im weiteren Berechnungen für den Regelverlauf zugrunde gelegt werden. Man kann sagen, daß das System selbstlernend ist, sich also die Parameter der Straßen Reifenkombination mit der Zeit selbst erarbeitet und laufend korrigiert.

[0058] Der Signalgenerator soll auch ein Abgleich zwischen den Vorder- und Hinterrädern enthalten. Damit ist gemeint, daß der ermittelte aktuelle Reibbeiwert bzw. die aktuelle Schlupfreibbeiwertkurve, die an den Vorderrädern ermittelt wird, in aller Regel auch für die Hinterräder gilt, da diese in der gleichen Spur fahren. Zumindest kann die an den Vorderrädern ermittelte Schlupf Reibwertkurve in erster Näherung dem Regelvorgang für die Hinterräder zugrunde gelegt werden.

Patentansprüche

1. Bremsdruckregelanlage mit einem Bremsdruckgeber (1), einer Bremsbetätigungseinrichtung (3) für mindestens ein Fahrzeugrad, einer Verbindungsleitung (2) zwischen dem Bremsdruckgeber (1) und der Bremsbetätigungseinrichtung (3), einem Sperrventil (4) in der Verbindungsleitung (2), das zwei Schaltstellungen aufweist, wobei in der Grundstellung des Sperrventils (4) die Verbindungsleitung (2) geöffnet und in der Schaltstellung des Sperrventils (4) die Verbindungsleitung (2) geschlossen bzw. gedrosselt ist, mit einer Auslaßleitung (5), die die Bremsbetätigungseinrichtung (3) mit einem Druckmittelsammler (6) verbindet, einem elektromagnetisch betätigten Druckbegrenzungsventil (7) in der Auslaßleitung (6), einem Radsensor (11), der die Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugrades erfaßt und ein entsprechendes Sensorsignal abgibt, und einer elektrischen Steuer- und Auswerteeinheit (40), die einen Eingang (42) für das Sensorsignal aufweist und einen ersten Schalt Ausgang (51), wobei an diesem Ausgang ein Schaltsignal für das Sperrventil (4) anliegt, und einen als Stellausgang (52) ausgeführten weiteren Ausgang, der ein Steuersignal für die Stromversorgung (53) der Spule (8) des Druckbegrenzungsventils (7) abgibt, das die Spulenstromstärke bestimmt, dadurch gekennzeichnet, daß dem Spulenstromkreis eine Meßein-

richtung (55) zugeordnet ist, die eine Strom/Spannungsänderung aufgrund einer Änderung der Induktion der Spule (8) ermittelt und ein entsprechendes Signal auf einen weiteren Eingang (43) der Auswerteeinheit (40) gibt, und daß die Auswerteeinheit (40) zum Zeitpunkt des Eingangs des Ventilsignals an ihrem weiteren Eingang (43) einen Wert speichert, der dem Spulenstrom entspricht, wobei dieser Wert in einem Bremsdruckwert umgerechnet und in einem Auslesespeicher (57) zwischengespeichert wird, und daß der Bremsdruckwert in das Regelverfahren zur Einstellung eines optimalen Schlupfwertes einfließt.

2. Bremsdruckregelanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (40) so ausgebildet ist, was bei nötigwerdendem Druckabbau am Schalt Ausgang (51) ein Signal gesetzt wird, daß das Sperrventil (4) von der Grund- in die Schaltstellung bringt, und daß am Stellausgang (52) ein Stellsignal angelegt wird, so daß die Spule des Druckregelventils (7) mit Strom entsprechend einem kleiner werdenden Öffnungsdruck versorgt wird.
3. Bremsdruckregelanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (40) so ausgelegt ist, daß bei einem notwendig werdenden Druckaufbau am Stellausgang (52) ein Stellsignal gesetzt wird, das einem höheren Öffnungsdruck als dem zuletzt gesetzten entspricht und daß am Schalt Ausgang (51) ein Schaltsignal gesetzt wird, so daß das Sperrventil (4) zumindest kurzzeitig in die Offenstellung gesetzt wird.

Claims

1. Braking pressure control system including a braking pressure generator (1), a brake-actuating device (3) for at least one vehicle wheel, a connecting line (2) between the braking pressure generator (1) and the brake-actuating device (3), a shut-off valve (4) in the connecting line (2) which has two switching positions, the connecting line (2) being open in the basic position of the shut-off valve (4) and the connecting line (2) being closed or throttled in the switched position of the shut-off valve (4), including an outlet line (5) which connects the brake-actuating device (3) with a pressure fluid collecting means (6), an electromagnetically operated pressure-limiting valve (7) in the outlet line (6), a wheel sensor (11) which senses the rotational speed of the vehicle wheel and issues a corresponding sensor signal, and an electrical controlling and evaluating unit (40) which has an input (42) for the sensor signal and a first switching output (51) to which a switching signal for the shut-off valve (4) is applied, and another output configured

as a controlling output (52) which issues a control signal for the current-supply circuit (53) of the coil (8) of the pressure-limiting valve (7) which determines the intensity of the coil current,

characterized in that a measuring device (55) is associated with the coil circuit, determines a current/voltage variation due to a change in the induction of the coil (8) and sends a corresponding signal to another input (43) of the evaluating unit (40, and in that the evaluating unit (40) memorizes a value which corresponds to the coil current at the time the valve signal is received at its further input (43), and this value is converted into a braking pressure value and is intermediately stored in a read-out memory (57), and in that the braking pressure value is taken into account for the control process for adjusting an optimal slip value.

2. Braking pressure control system as claimed in claim 1, characterized in that the evaluating unit (40) is so designed that when pressure decrease becomes necessary, a signal is issued at the switching output (51) causing the shut-off valve (4) to change from its basic position to its switched position, and in that a control signal is applied to the control output (52) so that the coil of the pressure control valve (7) is supplied with current corresponding to a decreasing opening pressure.
3. Braking pressure control system as claimed in claim 1, characterized in that the evaluating unit (40) is so designed that when pressure increase becomes necessary, a control signal is issued at the control output (52) which corresponds to an opening pressure that is higher than the preceding one set, and in that a switching signal is set at the switching output (51) so that the shut-off valve (4) is set to its open position at least for a short time.

Revendications

1. Dispositif de régulation de pression de frein, comprenant un générateur de pression de frein (1), un dispositif d'actionnement de frein (3), associé à au moins une roue de véhicule, une conduite de liaison (2), disposée entre le générateur de pression de frein (1) et le dispositif d'actionnement de frein (3), une valve de blocage (4), disposée dans la conduite de liaison (2) et présentant deux positions de commutation, la conduite de liaison (2) étant ouverte dans la position de base de la valve de blocage (4) et la conduite de liaison (2) étant fermée ou étranglée dans la position commutée de la valve de blocage (4), une conduite de sortie (5), reliant le dispositif d'actionnement de frein (3) à un accumulateur d'agent de pression (6), une valve de

limitation de pression (7) à actionnement électromagnétique, disposée dans la conduite de sortie (6), un capteur de roue (11), qui détecte la vitesse de rotation de la roue de véhicule et délivre un signal de capteur correspondant, et une unité de commande et d'analyse électrique (40) qui comporte une entrée (42) pour le signal de capteur, une première sortie de commutation (51), un signal de commutation destiné à la valve de blocage (4) étant présent sur cette sortie, et une autre sortie qui est réalisée en tant que sortie de réglage (52) et délivre, à destination de l'alimentation en courant (53) de la bobine (8) de la valve de limitation de pression (7), un signal de commande qui détermine l'intensité de courant de bobine, caractérisé en ce qu'un dispositif de mesure (55) est associé au circuit de courant de bobine, ce dispositif de mesure déterminant une variation de courant/de tension sur la base d'une variation de l'induction de la bobine (8) et délivrant un signal correspondant sur une autre entrée (43) de l'unité d'analyse (40), en ce qu'à l'instant de l'entrée du signal de valve sur son autre entrée (43), l'unité d'analyse (40) range en mémoire une valeur qui correspond au courant de bobine, cette valeur étant transformée par calcul en une valeur de pression de frein et étant rangée provisoirement dans une mémoire de lecture (57), et en ce que la valeur de pression de frein entre dans le procédé de régulation servant à régler une valeur de glissement optimale.

2. Système de régulation de pression de frein suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'unité d'analyse (40) est agencée de façon telle que, lorsqu'une suppression de pression devient nécessaire, un signal est placé sur la sortie de commutation (51), ce signal amenant la valve de blocage (4) de la position de base à la position de commutation, et en ce qu'un signal de réglage est appliqué sur la sortie de réglage (52), de sorte que la bobine de la valve de régulation de pression (7) est alimentée en courant en fonction d'une pression d'ouverture qui devient plus petite.
3. Système de régulation de pression de frein suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'unité d'analyse (40) est agencée de façon que, lorsqu'un établissement de pression devient nécessaire, un signal de réglage est placé sur la sortie de réglage (52), ce signal correspondant à une pression d'ouverture supérieure à la dernière qui a été fixée et en ce qu'un signal de commutation est placé sur la sortie de commutation (51), de sorte que la valve de blocage (4) est placée au moins brièvement dans la position ouverte.

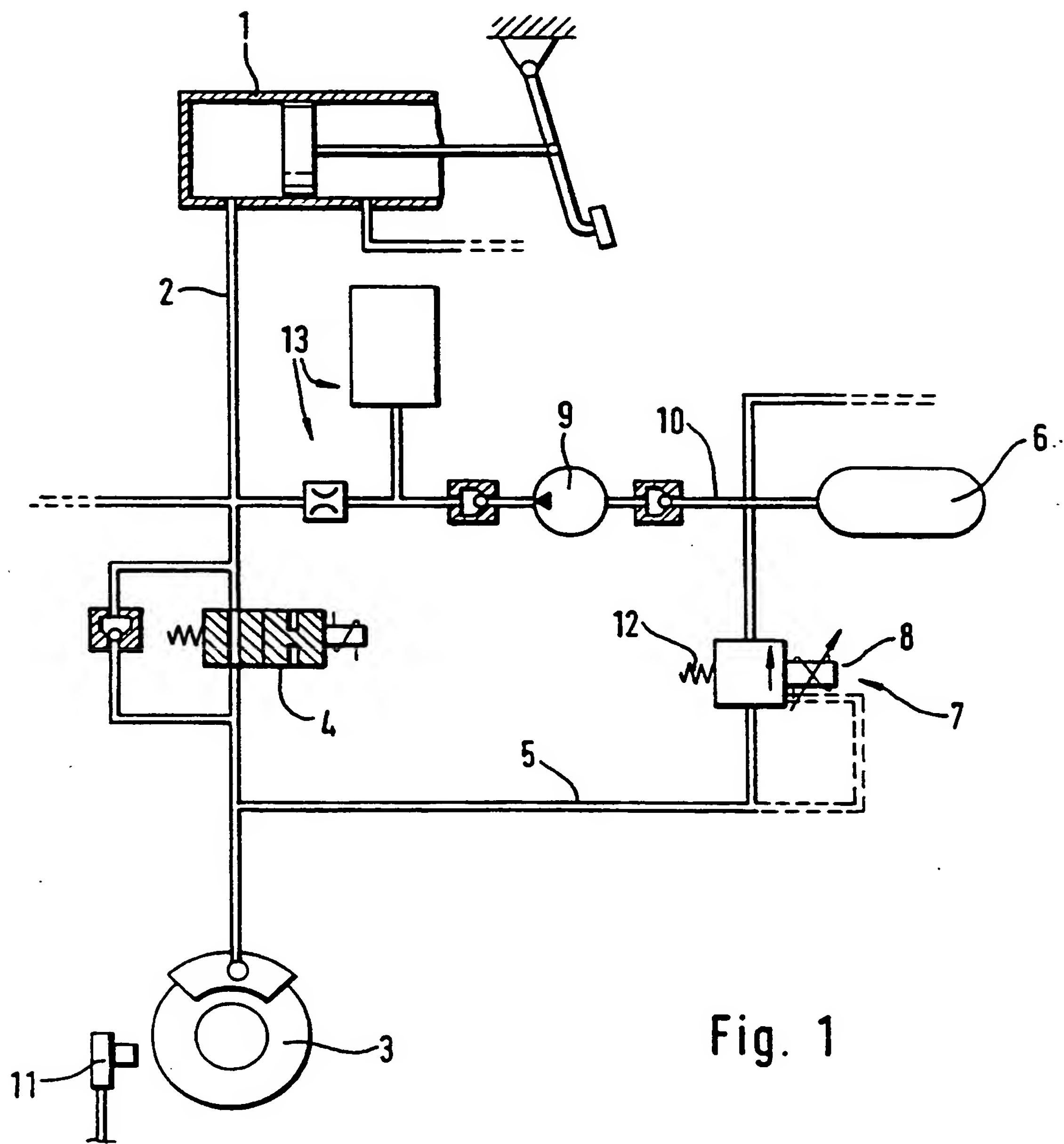


Fig. 1

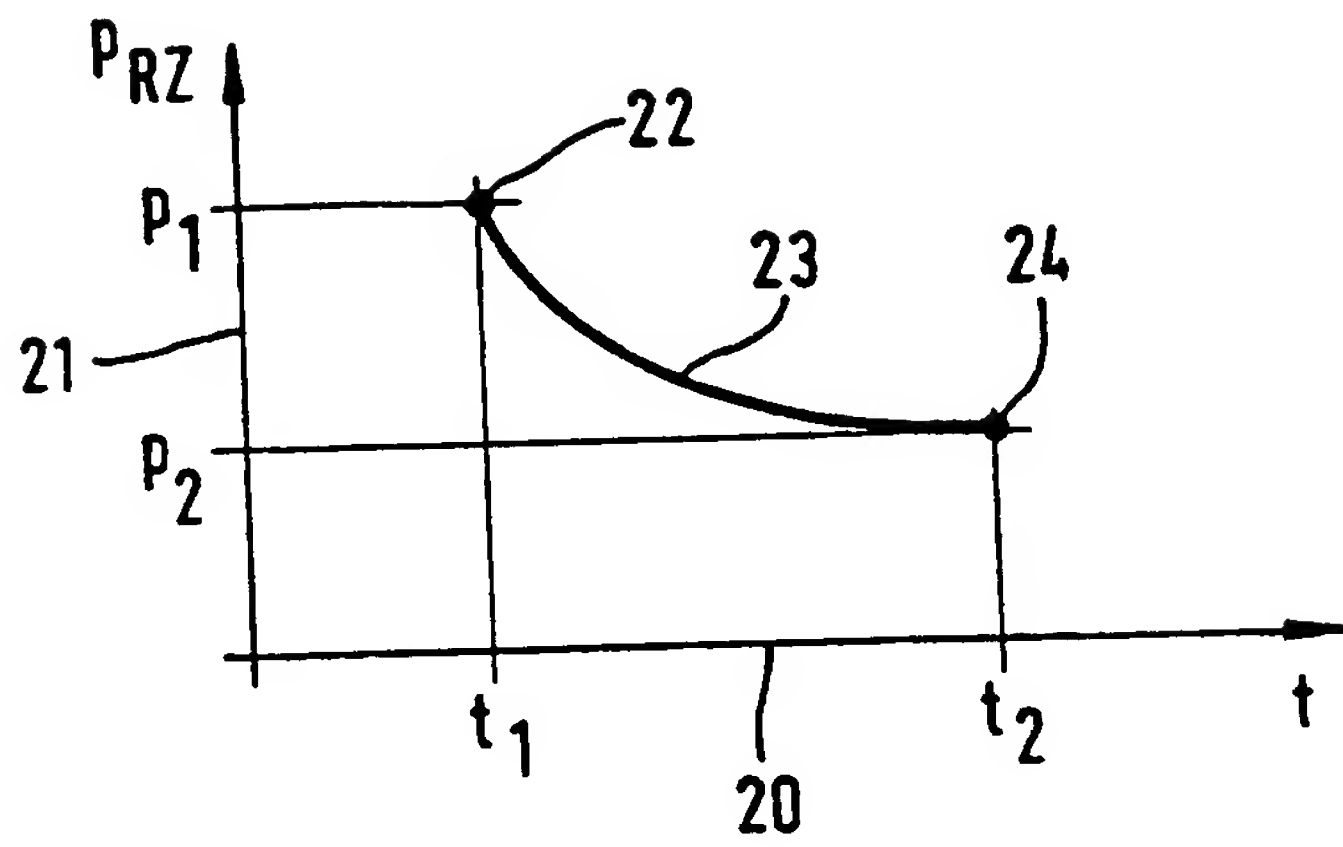


Fig. 2

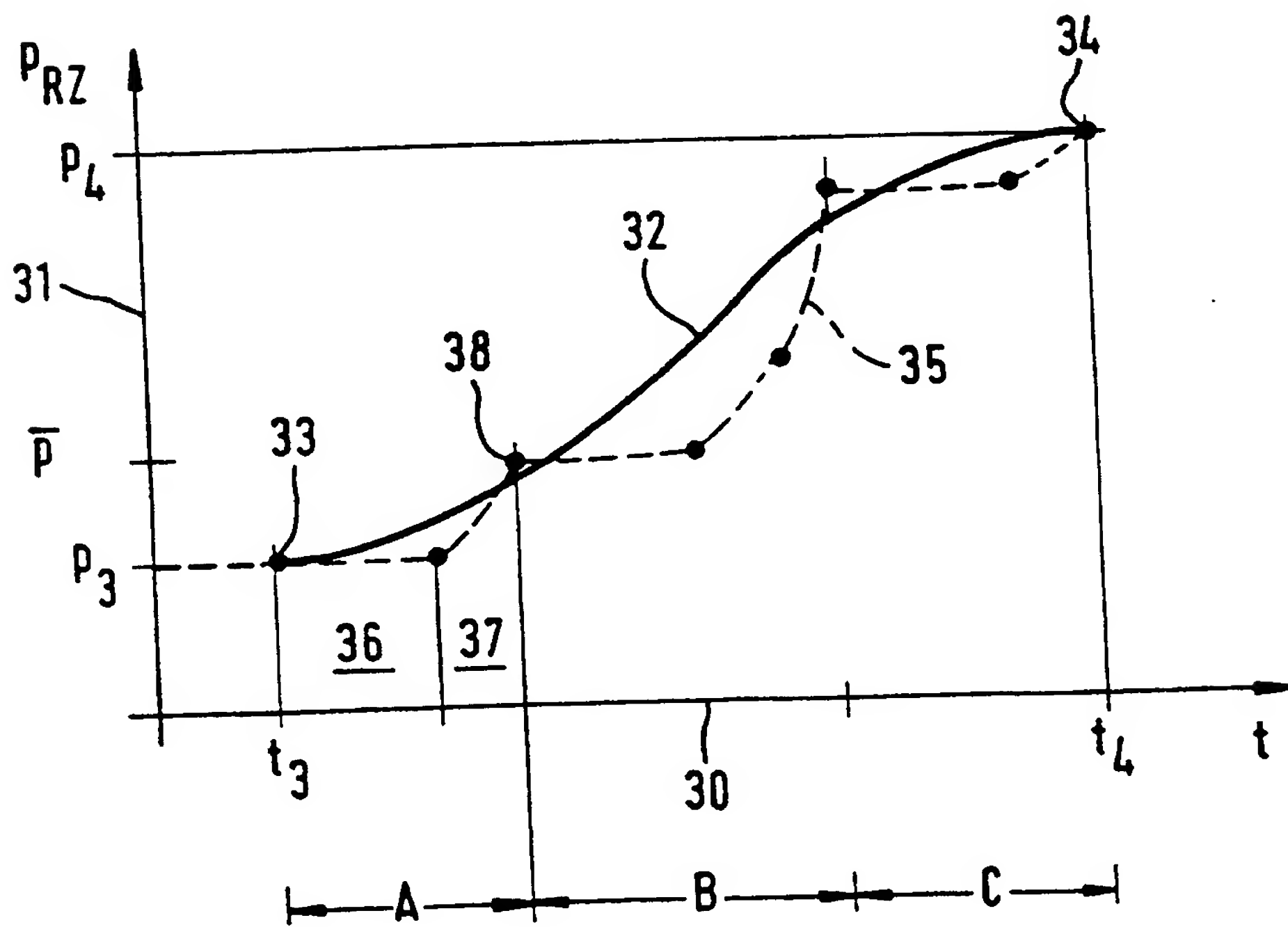


Fig. 3

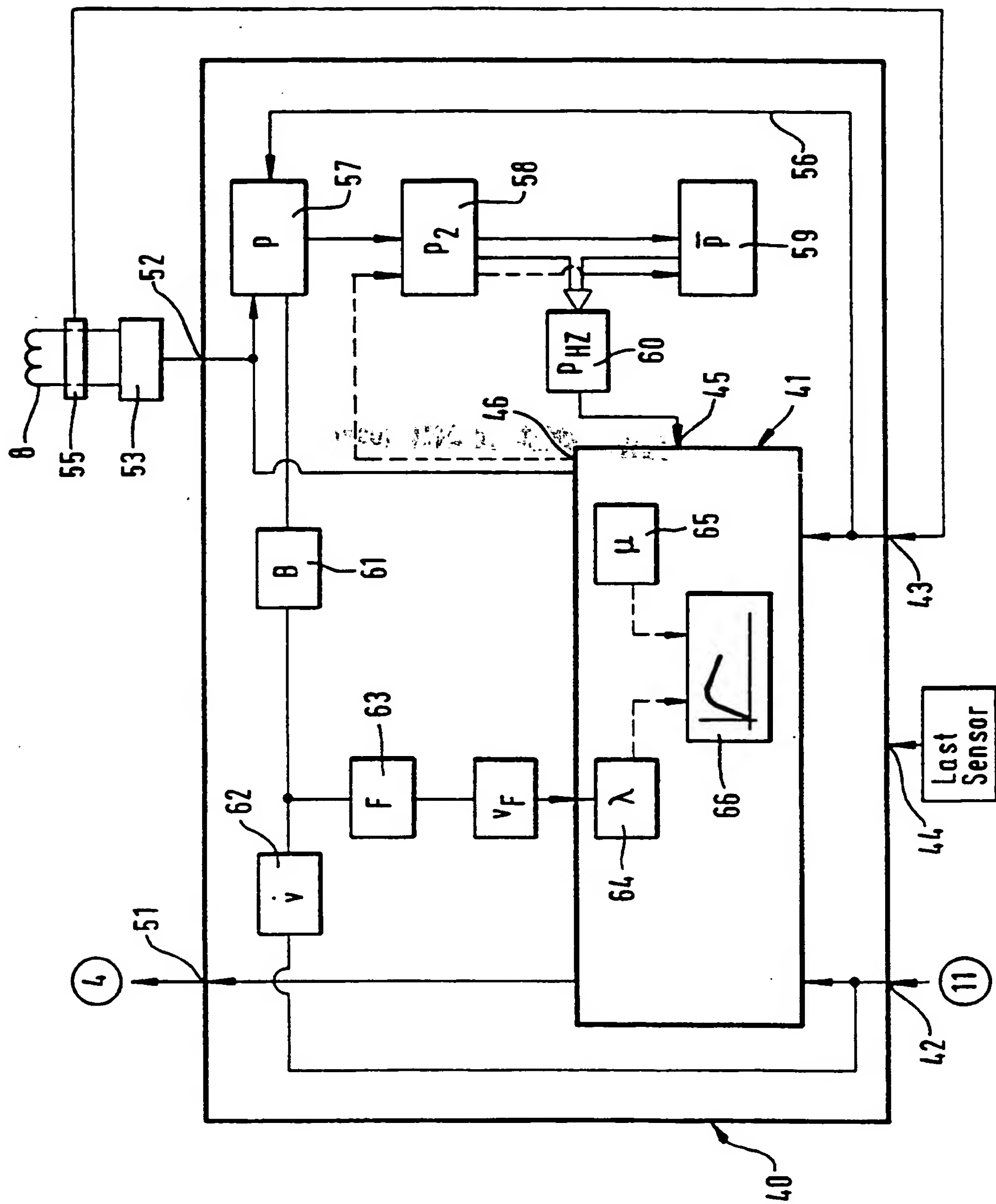


Fig. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)